

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP200 4 / 0 5

EP04/52012

11 OCT

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 22 OCT 2004

WIPO PC

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 40 815.0

Anmeldetag:

04. September 2003

Anmelder/Inhaber:

Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Gemischregelung bei einer
Brennkraftmaschine

IPC:

F 02 D 41/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 07. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

Beschreibung

Verfahren zur Gemischregelung bei einer Brennkraftmaschine

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gemischregelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem Katalysator und einer Lambdasonde stromab von dem Katalysator.

10 Aus DE 102 06 399 C1 ist ein Verfahren zur Zwangsanregung einer Lambdaregelung bekannt, das die Abgaskonvertierung bei einem Dreiwegekatalysator verbessert. Hierbei wird um einen Lambda-Sollwert schwankend eine Gemischregelung vorgenommen, die abwechselnd fette und magere Abgaspakete besitzt. Für eine besonders zuverlässige Abgaskonvertierung wird eine sogenannte Feindosierung der Abgaspakete eingesetzt.

15

Zur weiteren Verbesserungen der Abgaskonvertierung wird angestrebt, den Katalysator zu verkleinern, da ein großer Katalysator zwar im betriebswarmen Zustand eine gute Pufferung von Gemischbildungsfehlern ermöglicht, jedoch einen hohen Energiebedarf in der Aufheizphase bzw. ein schlechtes Ansprungsverhalten zeigt.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Gemischregelung bereitzustellen, das auch bei verkleinerten Katalysatoren zuverlässig eine hohe Konvertierungsgüte sicherstellt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

30

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren liest eine Steuerung nacheinander von der Lambda-Sonde gemessene Lambdawerte ein und vergleicht den aktuellen Lambdawert mit einem zuvor eingelesenen Lambdawert. Wenn der Vergleich ein Fallen des Lambdawerts anzeigt, dann kann die Steuerung eine Gemischänderung

35

auslösen. Diese Gemischänderung wird ausgelöst, wenn der Lambdawert um oder um mehr als eine vorbestimmte Konstante gefallen ist. Hierzu wird die Änderung der Lambdawerte mit der Konstanten verglichen. Ein um mehr als eine vorbestimmte Konstante fallender Lambdawert weist darauf hin, dass ein Durchbruch des Katalysators droht, daher erfolgt über die Steuerung ein direkter Eingriff in die Gemischbildung. Fällt dagegen der Lambdawert um weniger als die vorbestimmte Konstante, dann löst die Steuerung eine Überprüfung aus, ob für eine Anzahl von nachfolgenden Messwerten der Lambdawert weiter fällt. In diesem Überprüfungsmodus, auch als Dynamikmodus bezeichnet, erfolgt also nicht unmittelbar ein Eingriff in die Gemischbildung. Dieses Verfahren erlaubt es, unnötige Eingriffe in die Gemischbildung zu reduzieren. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, eine Katalysatorverkleinerung vorzunehmen und gleichwohl eine sichere Abgaskonvertierung sicherzustellen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird bei der Überprüfung der nachfolgenden Messwerte aus dem aktuellen Lambdawert ein Vergleichswert berechnet und eine Gemischänderung ausgelöst, wenn erstens mehr als eine Mindestanzahl von Messwerten überprüft wurde und zweitens der Vergleichswert kleiner als eine vorbestimmte Konstante ist. Ein Eingriff unterbleibt also in dem Fall, in dem der Vergleichswert größer als die vorbestimmte Konstante ist oder seit dem ersten Fallen des Lambdasignals noch nicht eine Mindestanzahl von Messwerten überprüft wurde. Mit den vorstehenden Bedingungen wird sichergestellt, dass in dem Überprüfungsmodus nicht jeglicher Eingriff in die Gemischbildung unterdrückt wird, sondern dieser nur unter bestimmten Bedingungen erfolgt.

Als vorteilhaft hat es sich herausgestellt, für die Lambdawerte einen Minimalwert und einen Maximalwert zu definieren. Diese Werte werden vorzugsweise abhängig vom Betriebszustand, insbesondere dem Luftmassenstrom und/oder der Drehzahl bestimmt. Der Vergleichswert ergibt sich dann als Quotient aus

aktuellem Lambdawert minus Minimalwert dividiert durch die Differenz von Maximalwert minus Minimalwert. Der so definierte Vergleichswert kann bei dieser Definition auch größer als 1 und kleiner als 0 werden. Sind die Werte des aktuellen Lambdawertes größer oder gleich dem Maximalwert, so ist der Vergleichswert größer oder gleich 1. Ist der aktuelle Lambdawert kleiner als der Minimalwert, so ist der Vergleichswert negativ.

Bevorzugt erfolgt in dem Überwachungsmodus der Eingriff in die Gemischbildung durch eine Änderung von Frequenz und/oder Amplitude einer Zwangsanregung. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der Eingriff in die Gemischänderung durchgeführt, indem die mageren Abgaspakete der Zwangsanregung unterdrückt werden. Es erfolgt also ein leichtes Anheben des Mittelwerts über die Zwangsanregung. Wird also in dem Überwachungsmodus ein langsames Fallen der Lambdawerte festgestellt, so wird, wenn die Vergleichsgröße entsprechende Werte zeigt und das letzte Fallen bereits eine Mindestdauer zurückliegt, langsam in die Gemischbildung eingegriffen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Überprüfung der nachfolgenden Messwerte beendet, wenn innerhalb einer vorbestimmten Anzahl von Messwerten die Lambdawerte nicht weiter fallen. Das Zurücksetzen des Dynamikmodus stellt sicher, dass deutlich später auftretende Signaländerungen nicht mehr vor dem Hintergrund der früheren Signaländerung interpretiert werden. In einer möglichen Weiterführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Festlegung der Konstanten, beispielsweise der Konstanten für das Fallen der Lambdawerte, die Anzahl der zu überprüfenden Messwerte und/oder die Mindestanzahl der Messwerte, die zum Auslösen eines Eingriffs in dem Dynamikmodus erforderlich sind, abhängig vom Betriebspunkt. Es ist denkbar, sämtliche Konstanten, Kombinationen der Konstanten oder lediglich eine einzige Konstante betriebspunktabhängig zu bestimmen. Bevorzugt wird bei der Be-

triebspunktabhängigkeit auf die aktuelle Abgaszusammensetzung abgestellt.

Die Dauer der Überwachung und die Anzahl der zu überwachenden
 5 Lambdawerte kann zeitabhängig, als eine physikalische Zeit-
 dauer vorgegeben werden, oder segmentabhängig bezogen auf die
 Abgaspakete vorgenommen werden. Auch ist es möglich, die Dau-
 er abhängig von der Sauerstoffmassenbilanz vorzunehmen.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand einer
 Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein langsam fallendes Lambda-Signal, bei dem kein Re-
 geleingriff erfolgt,

15

Fig. 2 ein langsam fallendes Lambda-Signal, bei dem ein Re-
 geleingriff über die Zwangsanregung erfolgt, und

20 Fig. 3 ein stark fallendes Lambda-Signal, das einen soforti-
 gen Regeleingriff auslöst.

Fig. 1 zeigt die Abfolge der Nachkatsondensignale 10 über der
 Segmentzahl. Bei der Nachkatsonde handelt es sich um eine bi-
 näre Sonde, deren Signale im Übergangsbereich von fetter und
 25 magerer Gemischbildung analysiert werden. Das gemessene Nach-
 katsondensignal VLS_DOWN wird mit zwei Betriebspunktabhängi-
 gen Maximal- und Minimalwerten in Beziehung gesetzt. Der Ma-
 ximalwert VLS_DOWN_MAX und der Minimalwert VLS_DOWN_MIN hängen
 bevorzugt von der aktuellen Luftmasse (MAF) und der Drehzahl
 30 (N) ab. Mit Hilfe von Minimal- und Maximalwert wird ein Ver-
 gleichswert FAC_VLS_DOWN ermittelt. Der Vergleichswert be-
 rechnet sich nach der folgenden Formel:

$$35 \quad \text{FAC_VLS_DOWN} = \frac{\text{VLS_DOWN} - \text{VLS_DOWN_MIN}}{\text{VLS_DOWN_MAX} - \text{VLS_DOWN_MIN}}$$

Der Vergleichswert nimmt Werte kleiner als 0 an, wenn VLS_DOWN kleiner VLS_DOWN_MIN ist. Ist der aktuelle Lambda-wert größer als der Maximalwert ($VLS_DOWN > VLS_DOWN_MAX$) so können auch Werte größer 1 auftreten.

5

Im Verlauf des Verfahrens wird festgestellt, ob ein fallendes VLS_DOWN-Signal der Nachkatsonde vorliegt. Hierzu wird der aktuelle VLS_DOWN-Wert (VLS_DOWN) mit dem vorherigen VLS_DOWN-Wert (VLS_DOWN_OLD) verglichen. Hat der aktuelle Wert gegenüber dem vorherigen Lambdawert abgenommen, so wird der Gradient hierzu berechnet:

10

$$VLS_DOWN_GRD = VLS_DOWN_OLD - VLS_DOWN$$

15

Bei der obigen Vorzeichenkonvention bedeutet ein positiver Gradient ($VLS_DOWN_GRD > 0$), dass die Nachkatsondensignale fallen. Ein steigender Gradient bedeutet also ein zunehmendes Fallen des Signals. Um festzustellen, ob ein zunehmendes Fallen des Signals vorliegt, wird der Gradient mit einem vorherigen Gradienten ($VLS_DOWN_GRD_OLD$) verglichen. Stellt sich heraus, dass der Gradient zugenommen hat, so wird ein dynamischen Modus anzeigendes Flag gesetzt:

20

$$LV_VLS_DOWN_DYN = TRUE.$$

30

Solange der Dynamikzustand gesetzt ist, wird der Wert für den zurückliegenden Gradienten ($VLS_DOWN_GRD_OLD$) nur dann überschrieben, wenn ein aktueller Gradient echt größer 0 auftritt. Kommen nach dem Setzen des Dynamikzustandes mehrere Messwerte mit konstanten Nachkatsondensignalen ($VLS_DOWN_GRD = 0$), so wird der zurückliegende Gradient der Nachkatsignale nicht überschrieben. Erst bei Auftreten eines steigenden Gradienten ($VLS_DOWN_GRD > 0$) wird der zurückliegende Gradient ($VLS_DOWN_GRD_OLD$) mit einem neuen Wert für den Gradienten überschrieben.

35

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der nachfolgenden Beispiele näher erläutert:

5 Nach einem erstmaligen Erkennen eines fallenden Nachkatsondensignals VLS_DOWN wird ein Zähler mit jedem Segment inkrementiert (CTR_VLS_DOWN_CONST). Nachfolgend wird der Zähler mit einer vorgegebenen Konstanten C_CTR_VLS_DOWN_CONST verglichen. Ist der Zähler größer als die Konstante, so wird der Dynamikzustand LV_VLS_DOWN_DYN zurückgesetzt und der Zähler
10 CTR_VLS_DOWN_CONST wieder auf Null gesetzt. Hierdurch wird der Dynamikzustand für eine gewisse Zeit bzw. eine gewisse Anzahl von Segmenten (C_CTR_VLS_DOWN_CONST) aufrecht erhalten. Kommt es in dieser Zeit zu keinem weiteren Fallen des Nachkatsondensignals so liegt kein Dynamikzustand vor. Hierbei erfolgt kein Regeleingriff. Ein langsames Fallen des
15 Nachkatsondensignals bezogen auf die Konstante C_CTR_VLS_DOWN_CONST wird nicht als eine kritische Dynamik erkannt und durch eine weiter unten beschriebene Funktion bearbeitet.

20

Fig. 1 erläutert den vorstehend beschriebenen Fall näher. Bei Übergang von Messwert 12 zu Messwert 14 fällt das Nachkatsondensignal und der Zähler wird inkrementiert. Gleichzeitig wird das Dynamikbit 16 mit dem Übergang von 18 nach 20 auf 1
25 (= TRUE) gesetzt. In den nachfolgenden Segmenten wird der Zähler (CTR_VLS_DOWN_CONST) hoch gezählt und bei Überschreiten der vorgegebenen Konstante (in dem dargestellten Beispiel 5 Segmente) wird das Dynamikbit 16 bei dem Übergang 22 nach 24 wieder zurückgesetzt. Wie in Fig. 1 dargestellt, wird bei
30 einem späteren Abfallen der gemessenen Nachkatsondensignale 26, 28, 30 kein Regeleingriff ausgelöst, da der Abstand zwischen den abfallenden Signalen stets größer als die vorgegebene Dauer von fünf Segmenten ist.

35 Nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 2 und 3: Durch die fallenden Nachkatsondensignale 32, 34 in Fig. 2 bzw. 36, 38 in Fig. 3 wird der Dynamikzustand aktiviert. Das die Dynamik an-

zeigende Bit LV_VLS_DOWN_DYN_DOWN wird in 40 bzw. 42 auf 1 gesetzt. Im Dynamikmodus wird der Zähler CTR_VLS_DOWN_DYN mit jedem Segment inkrementiert. In dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel erfolgt ein weiteres Abfallen des Nachkatsondensignals 44. In diesem Fall erfolgt ein Regeleingriff, dahingehend, sämtliche magere Abgaspakete der Zwangsanregung des Katalysators zu verhindern. Wie bereits oben erläutert, erfordert eine gute Konvertierungsrate bei einem Dreiwegekatalysator eine Zwangsanregung, bei der nach einem bestimmten Muster abwechselnd leicht magere und leicht fette Abgaspakete eingesetzt werden. Ein Abschalten der Magerpakete sorgt somit im zeitlichen Mittelwert für ein fetteres Gesamtgemisch. Der Regeleingriff erfolgt dann, wenn beide folgenden Bedingungen erfüllt sind:

15

$$\text{CTR_VLS_DOWN_DYN} > \text{C_CTR_VLS_DYN_THD} \text{ und}$$
$$\text{FAC_VLS_DOWN} < \text{C_FAC_VLS_DOWN_DYN}.$$

20 Der erste Teil der Bedingung stellt sicher, dass der Regeleingriff erst erfolgt, wenn das zweite abfallende Nachkatsondensignal 44 nach einer Mindestanzahl von Segmenten nach dem ersten Abfall 34 erfolgt. Die Mindestanzahl an Segmenten ist als Konstante C_CTR_VLS_DYN_THD bezeichnet. Ferner erfolgt der Regeleingriff lediglich dann, wenn die Vergleichsgröße FAC_VLS_DOWN kleiner als eine vorgegebene Konstante C_FAC_VLS_DOWN_DYN ist. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel erfolgt also durch den geringen Abfall des Nachkatsondensignals 44 ein Regeleingriff, der lediglich die mageren Abgaspakete der Zwangsanregung unterdrückt und somit langsam zu einem Anfetten im zeitlichen Mittelwert führt. Hierdurch ist es möglich, auf ein langsames Abfallen der Nachkatsondensignale durch einen langsamen Eingriff zu reagieren.

30

35 Das in Fig. 3 dargestellte Beispiel zeigt, wie ein erster Abfall des Nachkatsondensignals 46 den Dynamikmodus 48 aktiviert. Bei aktiviertem Dynamikmodus fällt in dem Beispiel aus

Fig. 3 das Nachkatsondensignal 50 weiter ab. Wenn dieser Abfall die Bedingung erfüllt:

$$\text{VLS_DOWN_GRD} > \text{C_VLS_DOWN_GRD_DYN},$$

5

wird ein schneller Eingriff durch die Steuerung ausgelöst. Dieser Eingriff wird auch ausgelöst, wenn der Abfall des Nachkatsondensignals direkt von 46 auf 50 erfolgt wäre. In Fig. 3 ist die Konstante C_VLS_DOWN_GRD_DYN als Abstand 52 bezogen auf den Signalwert 46 eingezeichnet. Der sich durch die Werte 46 und 50 ergebende Gradient ist als Abstand 54 dargestellt. Der in Fig. 3 dargestellte schnelle Abfall der Nachkatsondensignale macht einen schnellen Eingriff in die Gemischbildung erforderlich. Dieser Eingriff wird auf herkömmliche Weise ausgelöst. Fig. 3 zeigt ebenfalls, dass das ansteigende Nachkatsignal 56 direkt ein Zurücksetzen des Dynamikzustands 58 zur Folge hat.

In dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel steigt nach dem erfolgten Regeleingriff das Nachkatsignal 56, so dass anschließend durch den zurückgesetzten Dynamikmodus 58 wieder ein regulärer Betrieb erfolgt.

Nicht dargestellt in den Figuren ist, dass die Konstanten C_CTR_VLS_DOWN_CONST, C_CTR_VLS_DYN_THD, C_FAC_VLS_DOWN_DYN und C_VLS_DOWN_GRD_DYN von weiteren physikalischen und chemischen Größen abhängen können. Diese Größen können direkt oder modellgestützt ermittelt werden, beispielsweise kann auf die betriebspunktabhängige Abgaszusammensetzung zur Berechnung dieser Konstanten abgestellt werden.

Das beschriebene Verfahren führt dazu, dass einzelne Bitwechsel im Nachkatsondensignal bei einer binären Nachkatsonde unterschiedlich bewertet werden. Ein langsam fallendes oder zwischenzeitlich wieder ansteigendes VLS_DOWN_SIGNAL wird nicht als „dynamisch“ bewertet. Es macht keinen Regeleingriff erforderlich. Fällt das Signal etwas schneller, so wird ein-

gegriffen, vorzugsweise abhängig von den betriebspunktabhängigen Positionen des Absolutwerts des Nachkatsondensignals. Fällt das Signal sehr schnell, wird sofort eingegriffen. Die Reglergeschwindigkeit ist somit abhängig vom Betriebspunkt
5 des Motors, insbesondere von dem Luftmassestrom (MAF) und der Drehzahl (N), und dem Zustand bzw. Betriebspunkt (VLS_DOWN) des Katalysators.

Bei den vorstehenden Beispielen wurde mit dem Zähler
10 CTR_VLS_DOWN_DYN auf eine segmentsynchrone Berechnung abgestellt. Es ist jedoch auch denkbar, auf eine zeitsynchrone Rechnung abzustellen oder auf die Sauerstoffmassenbilanzierung sich zu beziehen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Schwelle zu einer Abgasmenge in bezug zu setzen. Al-
15 ternativ ist es möglich, den Ist-Lambda wert aus dem Vorkat-signal eine Sauerstoffmenge oder andere Abgasbestandteile zuzuordnen und diese als Bezug für die Konstanten zu verwenden.

A n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur Gemischregelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem Katalysator und einer Lambdasonde stromab von dem Katalysator, mit folgenden Verfahrensschritten:
 - 5 - eine Steuerung liest nacheinander von der Lambdasonde gemessene Lambdawerte (VLS_DOWN) ein und vergleicht den aktuellen Lambdawert mit einem zuvor eingelesenen Lambdawert (VLS_DOWN_OLD),
 - 10 - wenn der Vergleich ein Fallen des Lambdawerts ergibt, dann löst die Steuerung eine Gemischänderung aus, wenn eine Änderung des Lambdawerts (VLS_DOWN_GRD) größer als eine vorbestimmte Konstante (C_VLS_DOWN_GRD_DYN) ist, wenn der Lambdawert sich um weniger als die vorbestimmte
 - 15 Konstante geändert hat, dann löst die Steuerung eine Überprüfung aus, ob für eine Anzahl von nachfolgenden Messwerten der Lambdawert weiter fällt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
20 bei der Überprüfung der nachfolgenden Messwerte ein Vergleichswert aus dem Lambdawert berechnet wird und eine Gemischänderung ausgelöst wird, wenn mehr als eine Mindestanzahl von Messwerten (C_CTR_VLS_DYN_THD) überprüft wurde und der Vergleichswert (FAC_VLS_DOWN) kleiner als eine
- 25 vorbestimmte Konstante (C_FAC_VLS_DOWN) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für den Lambdawert ein Minimalwert (VLS_DOWN_MIN) und ein Maximalwert (VLS_DOWN_MAX) definiert sind und der Vergleichswert (FAC_VLS_DOWN) sich bestimmt als Quotient aus
30 gemessenem Lambdawert (VLS_DOWN) minus Minimalwert dividiert durch Differenz von Maximalwert und Minimalwert.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
35 die von der Steuerung ausgelöste Gemischänderung in einer Änderung von Frequenz und/oder Amplitude einer Zwangsanregung besteht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gemischänderung in einer Unterdrückung der mageren Abgaspakete besteht.

5

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Minimalwert (VLS_DOWN_MIN) und der Maximalwert (VLS_DOWN_MAX) abhängig von einem aktuellen Luftmassenstrom (MAF) und/oder der Drehzahl (N) erfolgt.

10

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Überprüfung der nachfolgenden Messwerte endet, wenn innerhalb einer vorbestimmten Anzahl von Messwerten (C_CTR_VLS_DOWN_CONST) die Lambdawerte nicht fallen.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Konstante für das Fallen des Lambdawertes, die die Anzahl der zu überprüfenden Messwerte und/oder die Mindestanzahl der Messwerte abhängig von einem oder mehreren Betriebspunkten erfolgt.

20

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhängigkeit vom Betriebspunkt die aktuelle Abgaszusammensetzung berücksichtigt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer der Überwachung und die Anzahl der zu überwachenden Lambdawerte zeitabhängig oder segmentabhängig erfolgt.

30

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer der Überwachung abhängig von der Sauermassenbilanz erfolgt.

35

Zusammenfassung

Verfahren zur Gemischregelung bei einer Brennkraftmaschine

- 5 Verfahren zur Gemischregelung einer Brennkraftmaschine mit einem Katalysator und einer Lambdasonde stromab von dem Katalysator, bei dem abhängig von der Vorgeschichte der Signalewerte entschieden wird, ob ein Eingriff in die Gemischbildung erforderlich ist, ein lediglich langsam fallendes Signal vor-
- 10 liegt, das einen langsamen Regeleingriff erforderlich macht, oder ob ein schnelles Abfallen des Nachkatsondensignals vorliegt, das einen schnellen Regeleingriff erforderlich macht. Durch die unterschiedlichen Eingriffe wird es möglich, dass Katalysatorvolumen zu verkleinern und somit den hohen Energiebedarf in der Aufheizphase bzw. das schlechte Ansprungsver-
- 15 halten großer Katalysatoren zu vermeiden.

(Fig. 2)

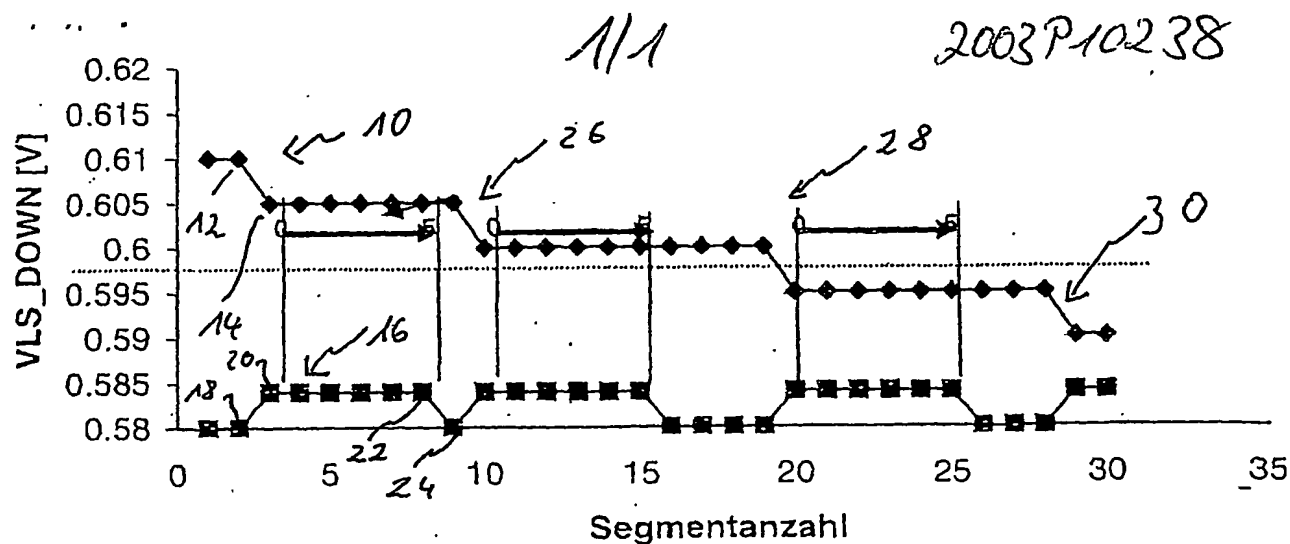


Fig. 1

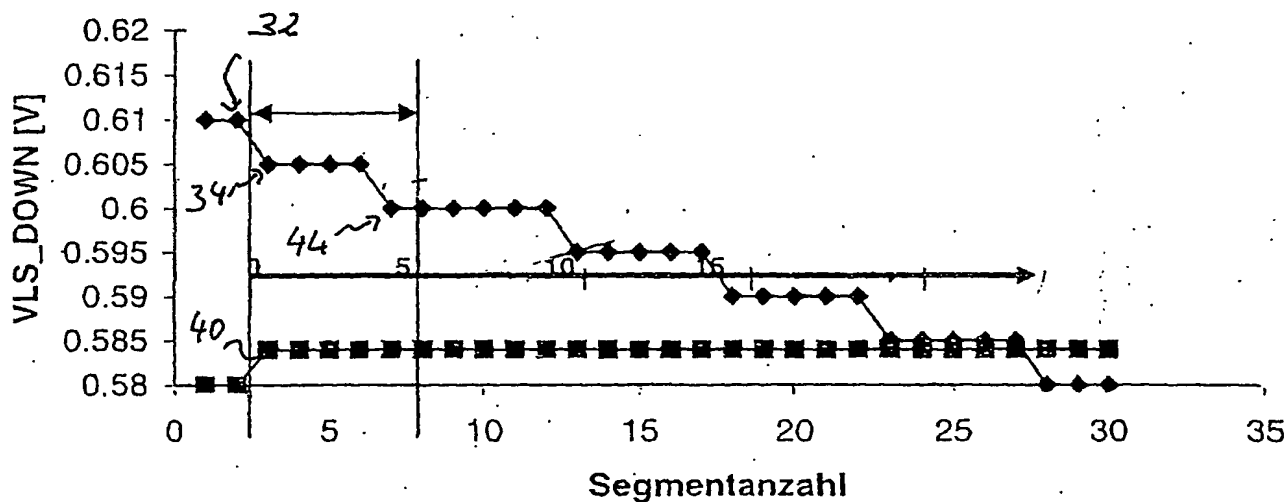


Fig. 2

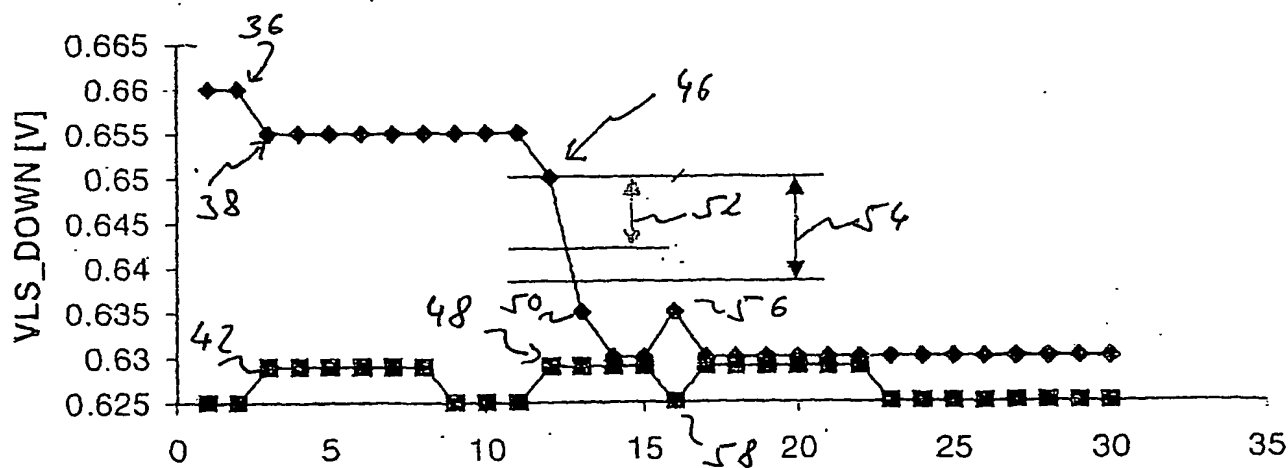


Fig. 3